

機関番号：14501

研究種目：若手研究 (B)

研究期間：2009～2010

課題番号：21770027

研究課題名 (和文) 盗蜜を介した送粉者相互作用が植物の繁殖に与える影響

研究課題名 (英文) The interactions between robbers and legitimate pollinators affects on plant reproduction

研究代表者

堂園いくみ (DOHZONO IKUMI)

神戸大学・大学院人間発達環境学研究所・教育研究補佐員

研究者番号：70462489

研究成果の概要 (和文)：

一部の訪花者は、植物の花蜜だけを摂取し受粉に貢献しない。このような盗蜜訪花が植物の繁殖に与える影響について明らかにするために、マルハナバチーエゾエンゴサク送粉系において盗蜜率の変化と種子生産、交配様式について検討した。その結果、盗蜜率の高い集団では、種子生産が低下し、かつ近親交配の程度が高い傾向がみられた。盗蜜訪花者は適法訪花者との相互作用を通じて、植物集団の繁殖の量と質の両面に影響している可能性が示唆された。

研究成果の概要 (英文)：

To test whether nectar robbing affects plant reproduction and mating patterns in the populations of *Corydalis ambigua*, I investigated the relationships between proportion of robbed flowers, seed production, and the degree of inbreeding based on microsatellite genotyping. Three of five population involved higher proportion of robbed flowers and showed pollen limitation (i.e., seed production after open pollination was lower than cross pollination). In addition, significant inbreeding coefficient was found at the populations with higher proportion of robbed flowers. These results suggest that the interactions between robbers and legitimate pollinators affect both the quantity and quality of plant reproduction.

交付決定額

(金額単位：円)

	直接経費	間接経費	合計
2009 年度	2,100,000	630,000	2,730,000
2010 年度	1,400,000	420,000	1,820,000
年度			
年度			
年度			
総計	3,500,000	1,050,000	4,550,000

研究分野：生物学

科研費の分科・細目：生態・環境

キーワード：生態学、進化、保全、遺伝的多様性、送粉生態学

1. 研究開始当初の背景

(1) 植物の繁殖にとって、訪花動物による

「盗蜜」は不利益だと考えられてきた。しかし、様々な植物種で盗蜜者による送粉効果を

みると、必ずしも負の効果だけでなく、中立的であったり、種子生産に貢献している場合（正の効果）もみられる。

（2）盗蜜者は、どのようにして種子生産に貢献し得るかについて、Maloof & Inouye (2000)は、盗蜜者と適法訪花者（花粉運搬を行う）の相互作用に注目している。つまり、盗蜜によって適法訪花者が追いやられることで花粉の運搬量は減るが、花粉分散距離が変化し、交配様式が変化する可能性がある。

（3）外来送粉昆虫セイヨウオオマルハナバチ（以下セイヨウ）は栽培トマトの受粉昆虫として輸入されたマルハナバチ（ミツバチ科）で、在来植物で盗蜜訪花を行うことが知られており、植物の種子生産に影響すると懸念されてきた。Dohzono et al. (2008)では、セイヨウが在来植物エゾエンゴサクにおいて盗蜜訪花をおこなっており、在来マルハナバチ種との相互作用が起り、その結果として在来植物の種子生産が低下していた。

2. 研究の目的

本研究では、マルハナバチ-エゾエンゴサク送粉系において、送粉者の相互作用がエゾエンゴサクの種子生産（繁殖の量）と交配様式（繁殖の質）にどのように影響しているか明らかにする。

（1）送粉者間の相互作用と盗蜜率の増加が、種子生産にどのように影響するか明らかにする。

（2）盗蜜による送粉者間の相互作用があるならば、盗蜜率の違う集団間では花粉移動に違いがあると予想される。そこで、分子マーカーを用いて、盗蜜の割合が違う集団間で、交配様式を明らかにする。

3. 研究の方法

（1）Dohzono et al. (2008)の調査地点（北海道日高地方）において、同じ地点を含む 3

集団 5 地点にコドラートを設置し、以下について野外調査を行った。

①訪花頻度：

開花期間を通して、訪花昆虫と開花している個体数を記録した。

②盗蜜率の変化：

ランダムに 20 個体を選び、開花期間を通して個体あたり盗蜜された花の数を記録した。

③花粉制限：

ランダムに 20 個体を選び、人工他家受粉をおこなった。さらに 20 個体を選び、ラベルをつけ、自然受粉とした。結実期に果実をサンプリングした。人工他家受粉と自然受粉による結果率（果実数/花/個体）と結実率（種子数/果実/個体）を比較し、花粉制限があるかどうかについて検討した。

（2）マイクロサテライトマーカーの開発：遺伝解析には、多様性の高いマイクロサテライトマーカーを使用する。マイクロサテライト領域は単純な塩基配列が繰り返し並んだ部分であり、繰り返し数に大きな変異がある。この変異を利用するためには、プライマーを植物種ごとに設計する必要がある。サンプリングした葉試料からトータル DNA を抽出し、制限酵素処理後、適度な長さの断片を切り出して、両端にアダプタをつけた。アダプタ配列をもとに PCR、クローニングを行い、塩基配列を決定して目的の配列を増幅するプライマーを設計した。

（3）交配様式：

開発したマイクロサテライトプライマーを用いて、エゾエンゴサク 2 集団についてヘテロ接合度について検討した。

4. 研究成果

（1）野外調査結果

①訪花頻度：

主な訪花昆虫は、在来マルハナバチのエゾコマルハナバチ、アカマルハナバチ、エゾオオマルハナバチ、外来マルハナバチのセイヨウオオマルハナバチの4種だった。在来種エゾコマルとアカマルは適法訪花、在来種のエゾオオマルと外来種のエゾオオマルは盗蜜訪花だった。セイヨウの訪花がみられたのは3地点で、頻度が高かったのは2地点（HO-2, HO-3）だった（図1）。

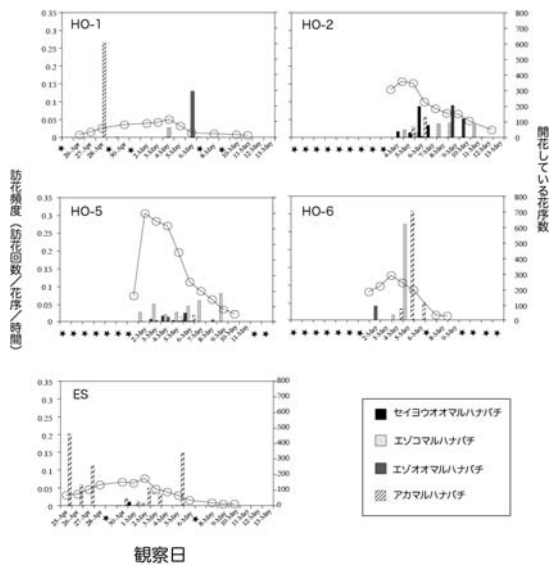


図1 各調査地点でのマルハナバチの訪花頻度

②盗蜜率の変化：

各調査地点の盗蜜率を比較すると、2地点（ES, HO-6）で非常に低く、他3地点では、日を追う毎に盗蜜率が高くなる傾向がみられた（図2）。

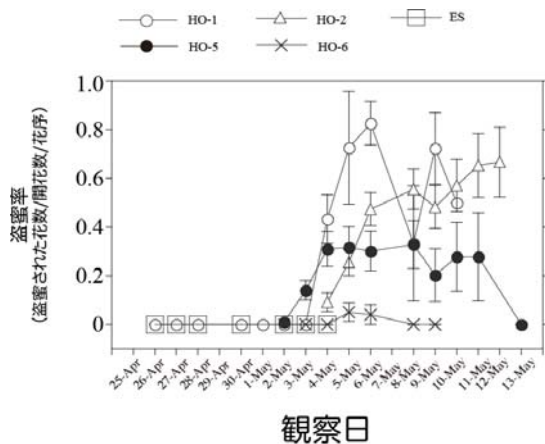


図2 各調査地点における盗蜜率の変化

③花粉制限：

各地点において、人工他家受粉と自然受粉による種子生産を比較したところ、4地点（HO-1, HO-2, HO-5, HO-6）で花粉制限がみられた（図3）。

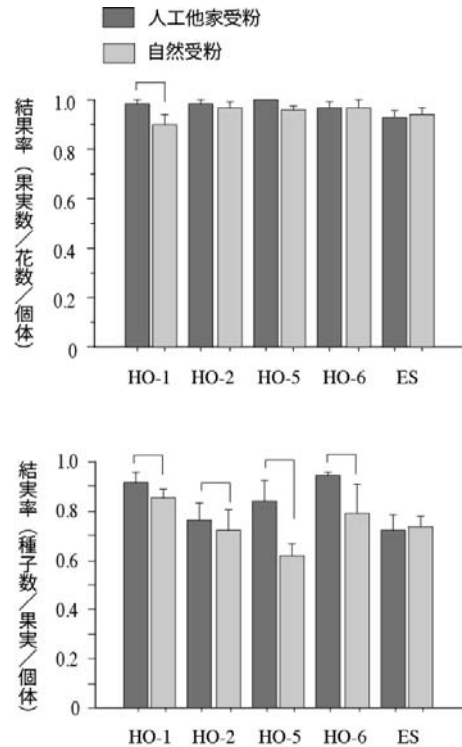


図3 各地点における処理による種子生産の違い

(2) マイクロサテライトマーカーの開発：全部で11個の多型マイクロサテライトマーカーが単離できたが、6個のマーカーではヌル遺伝子がみられた。残り5個のマーカーは解析に適用できると判断した。

(3) 交配様式：

盗蜜率の低い地点と、盗蜜率の高い地点（セイヨウの訪花頻度が高い）において、開発したマイクロサテライトマーカーを用い、ヘテロ接合度を計算したところ、盗蜜率の高い地点では近親交配の程度が高い傾向が見られた。

5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕（計 4 件）

1. Dohzono, I., Takami, Y. and Suzuki, K. 2011. 2011. Is bumblebee foraging efficiency mediated by morphological correspondence to flowers? *International Journal of Insect Science* 3: 1-10. (査読有り)
2. Maki, M., Yamashiro, T., Dohzono, I., and Suzuki, K. 2010. Molecular phylogeny of *Isodon* (Lamiaceae) in Japan using chloroplast DNA sequences: recent rapid radiations or ancient introgressive hybridization? *Plant Species Biology* 25: 240-248. (査読有り)
3. Dohzono, I., and Suzuki, K. 2010. Morphological and genetic differentiation in *Isodon umbrosus* by altitudinal variation of bumblebee pollinator assemblages. *Plant Species Biology* 25: 20-29. (査読有り)
4. Dohzono, I., and Yokoyama, J. 2010. Impacts of alien bees on native plant-pollinator relationships: A review with special emphasis on plant reproduction. *Applied Entomology and Zoology* 45: 37-47. (査読有り)
5. 堂園いくみ. 2010. マルハナバチ送粉系における花形態の多様化. *昆虫と自然* 45: 8-11. (査読無し)

〔学会発表〕（計 2 件）

1. 堂園いくみ, 鈴木和雄. イヌヤマハッカ群（シソ科ヤマハッカ属）の花筒長変異と遺伝的変異, 日本生態学会第 57 回大会(東京), 2010 年 3 月.
2. 堂園いくみ, 牧雅之, 鈴木和雄. ヤマハッカ属（シソ科）における送粉者相に応じた形態的・遺伝的分化. 日本進化学会第 12 回大会（東京）, 2010 年 8 月.

〔図書〕（計 1 件）

1. 堂園いくみ（分担執筆）2010. 生物学事典. 石川統, 黒岩常祥他編. 東京化学同人.

〔その他〕

ホームページ等

<http://www2.kobe-u.ac.jp/~dohzono/index.html>

6. 研究組織

(1) 研究代表者

堂園 いくみ (DOHZONO IKUMI)

神戸大学・大学院人間発達環境学研究所・
教育研究補佐員

研究者番号：70462489

(2) 研究分担者

なし

(3) 連携研究者

なし